

Best Available Copy

PCT/JP2004/011798

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

11.08.2004

REC'D 30 SEP 2004

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 8 月 1 3 日
Date of Application:

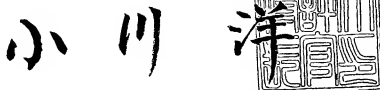
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 2 9 2 7 6 5
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 2 9 2 7 6 5]

出 願 人 株式会社アドバンテスト
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 9 月 1 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 8 3 6 9 1

【書類名】 特許願
【整理番号】 11090
【提出日】 平成15年 8月13日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01S 3/06
【発明者】
【住所又は居所】 東京都練馬区旭町1丁目32番1号 株式会社アドバンテスト
【氏名】 関 淳
【特許出願人】
【識別番号】 390005175
【氏名又は名称】 株式会社アドバンテスト
【代理人】
【識別番号】 100097490
【弁理士】
【氏名又は名称】 細田 益稔
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 082578
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0018593

【書頻名】特許請求の範囲

【請求項 1】

入射光を増幅する第一前置光ファイバ増幅器と、
前記第一前置光ファイバ増幅器に与える第一励起光を生成する第一前置励起光源と、
前記第一励起光を前記第一前置光ファイバ増幅器に導入する第一前置励起光導入手段と

、
前記第一前置光ファイバ増幅器の出射光を増幅する第二前置光ファイバ増幅器と、
前記第二前置光ファイバ増幅器の出射光を増幅する第二前置励起光源と、
前記第二前置励起光を、前記第二前置光ファイバ増幅器に、入射側とは反対側である出射側から導入する第二前置励起光導入手段と、

前記第二前置光ファイバ増幅器の出射光を増幅する第二後置光ファイバ増幅器と、
前記第一後置光ファイバ増幅器に与える第三励起光を生成する後置励起光源と、
前記第三励起光を前記第一後置光ファイバ増幅器に導入する後置励起光導入手段と、

(1) 前記第一後置光ファイバ増幅器の出射側と前記後置励起光導入手段とを接続する、
あるいは (2) 前記第一後置光ファイバ増幅器の出射側と前記第二前置光ファイバ増幅器の入射側とを接続する、光接続手段と、

を備えた光増幅装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の光増幅装置であって、

前記第一後置光ファイバ増幅器から前記第一前置光ファイバ増幅器への光を遮断する光遮断手段、

を備えた光増幅装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の光増幅装置であって、

前記光接続手段は、前記第一後置光ファイバ増幅器の出射側と前記第二前置光ファイバ増幅器の入射側とを接続すると共に、前記第二後置光ファイバ増幅器の出射側と前記後置励起光導入手段とを接続する、

光増幅装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の光増幅装置であって、

前記光接続手段が前記第一後置光ファイバ増幅器の出射側と前記後置励起光導入手段とを接続する場合に、前記第一前置光ファイバ増幅器のゲインが、前記第一後置光ファイバ増幅器におけるノイズを無視できる程度に大きい、

光増幅装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の光増幅装置であって、

前記光接続手段が前記第一後置光ファイバ増幅器の出射側と前記第二前置光ファイバ増幅器の入射側とを接続する場合に、前記第一前置光ファイバ増幅器のゲイン、前記第一後置光ファイバ増幅器のゲインおよび前記第二前置光ファイバ増幅器のゲインを合成した合成ゲインは、前記第二後置光ファイバ増幅器の出射光のノイズをほぼ保つことができる程度のものである、

光増幅装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の光増幅装置であって、

前記光接続手段が前記第一後置光ファイバ増幅器の出射側と前記後置励起光導入手段とを接続する場合に、前記第一後置光ファイバ増幅器の出射光の波長帯域が C バンドである、

光増幅装置。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の光増幅装置であって、
前記光接続手段が前記第一後置光ファイバ増幅器の出射側と前記第二前置光ファイバ増幅器の入射側とを接続する場合に、前記第二後置光ファイバ増幅器の出射光の波長帯域が L バンドである、

光増幅装置。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の光増幅装置であって、
前記第一前置光ファイバ増幅器、前記第一後置光ファイバ増幅器、前記第二前置光ファイバ増幅器および前記第二後置光ファイバ増幅器のいずれか一つ以上が、エルビウム添加光ファイバである、

光増幅装置。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の光増幅装置であって、
前記第一前置励起光源、前記第二前置励起光源および前記後置励起光源の生成する光の波長が 980nm である、

光増幅装置。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の光増幅装置であって、
前記第二前置光ファイバ増幅器の出射光を増幅して前記第二後置光ファイバ増幅器に射出する第三前置光ファイバ増幅器と、

前記第三前置光ファイバ増幅器に与える第四励起光を生成する第三前置励起光源と、
前記第四励起光を、前記第三前置光ファイバ増幅器に、入射側とは反対側である出射側から導入する第三前置励起光導入手段と、

を備えた光増幅装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】光増幅装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、光の増幅に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、入射光の波長帯域が、 $1.55\mu\text{m}$ 帯 ($1.53\mu\text{m}\sim 1.56\mu\text{m}$: Cバンド) および $1.58\mu\text{m}$ 帯 ($1.57\mu\text{m}\sim 1.61\mu\text{m}$: Lバンド) のいずれであっても、入射光を増幅できる広帯域光増幅器が知られている (例えば、特許文献1を参照)。

【0003】

このような広帯域光増幅器は、入射光の波長帯域がCバンドの場合は、入射光を第一Er (Erbium: エルビウム) 添加光ファイバに通して増幅させる。入射光の波長帯域がLバンドの場合は、入射光を第一Er添加光ファイバに通し、さらに第二Er添加光ファイバに通して増幅させる。増幅された光は、増幅光として、広帯域光増幅器から出力される。

【0004】

【特許文献1】特開2001-358389号公報 (要約)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ここで、増幅光のノイズを低減するために、第一Er添加光ファイバの前段に、さらに低ノイズ増幅用Er添加光ファイバを設けることが考えられる。低ノイズ増幅用Er添加光ファイバのゲインを大きくすると、第一Er添加光ファイバによるノイズの影響を減らすことができる。

【0006】

しかしながら、第一Er添加光ファイバの出力するCバンドの増幅光のノイズを減らすように、第一Er添加光ファイバおよび低ノイズ増幅用Er添加光ファイバの長さを決定すると、第一Er添加光ファイバの出力のゲインが小さくなる。よって、第二Er添加光ファイバによるノイズの影響が大きくなるため、Lバンドの増幅光のノイズを減らすことができない。

【0007】

一方、Lバンドの増幅光のノイズを減らすために、第一Er添加光ファイバおよび低ノイズ増幅用Er添加光ファイバの長さを長くすれば、Cバンドの増幅光のノイズを減らすことができない。

【0008】

このように、Cバンドの増幅光およびLバンドの増幅光の双方のノイズを低減化することは困難である。

【0009】

そこで、本発明は、異なる波長帯域に対応できる光増幅器であって、いずれの波長帯域においてもノイズを低減した増幅光を出力できる光増幅器を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

請求項1に記載の発明は、入射光を増幅する第一前置光ファイバ増幅器と、第一前置光ファイバ増幅器に与える第一励起光を生成する第一前置励起光源と、第一励起光を第一前置光ファイバ増幅器に導入する第一前置励起光導入手段と、第一前置光ファイバ増幅器の出射光を増幅する第二前置光ファイバ増幅器と、第二前置光ファイバ増幅器に与える第二励起光を生成する第二前置励起光源と、第二励起光を、第二前置光ファイバ増幅器に、入射側とは反対側である出射側から導入する第二前置励起光導入手段と、第二前置光ファイバ増幅器の

出射光を増幅する第二後置光ファイバ増幅器と、第一後置光ファイバ増幅器に与える第三励起光を生成する後置励起光源と、第三励起光を第一後置光ファイバ増幅器に導入する後置励起光導入手段と、(1)第一後置光ファイバ増幅器の出射側と後置励起光導入手段とを接続する、あるいは(2)第一後置光ファイバ増幅器の出射側と第二前置光ファイバ増幅器の入射側とを接続する、光接続手段とを備えるように構成される。

【0011】

上記のように構成された発明によれば、第一前置光ファイバ増幅器は、入射光を増幅する。第一前置励起光源は、第一前置光ファイバ増幅器に与える第一励起光を生成する。第一前置励起光導入手段は、第一励起光を第一前置光ファイバ増幅器に導入する。第一後置光ファイバ増幅器は、第一前置光ファイバ増幅器の出射光を増幅する。第二前置光ファイバ増幅器は、第一後置光ファイバ増幅器の出射光を増幅する。第二前置励起光源は、第二前置光ファイバ増幅器に与える第二励起光を生成する。第二前置励起光導入手段は、第二励起光を、第二前置光ファイバ増幅器に、入射側とは反対側である出射側から導入する。第二後置光ファイバ増幅器は、第二前置光ファイバ増幅器の出射光を増幅する。後置励起光源は、第一後置光ファイバ増幅器に与える第三励起光を生成する。後置励起光導入手段は、第三励起光を第一後置光ファイバ増幅器に導入する。光接続手段は、(1)第一後置光ファイバ増幅器の出射側と後置励起光導入手段とを接続する、あるいは(2)第一後置光ファイバ増幅器の出射側と第二前置光ファイバ増幅器の入射側とを接続する。

【0012】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明であって、第一後置光ファイバ増幅器から第一前置光ファイバ増幅器への光を遮断する光遮断手段を備えるように構成される。

【0013】

請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の発明であって、光接続手段は、第一後置光ファイバ増幅器の出射側と第二前置光ファイバ増幅器の入射側とを接続すると共に、第二後置光ファイバ増幅器の出射側と後置励起光導入手段とを接続するように構成される。

【0014】

請求項4に記載の発明は、請求項1に記載の発明であって、光接続手段が第一後置光ファイバ増幅器の出射側と後置励起光導入手段とを接続する場合に、第一前置光ファイバ増幅器のゲインが、第一後置光ファイバ増幅器におけるノイズを無視できる程度に大きいように構成される。

【0015】

請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の発明であって、光接続手段が第一後置光ファイバ増幅器の出射側と第二前置光ファイバ増幅器の入射側とを接続する場合に、第一前置光ファイバ増幅器のゲイン、第一後置光ファイバ増幅器のゲインおよび第二前置光ファイバ増幅器のゲインを合成した合成ゲインは、第二後置光ファイバ増幅器の出射光のノイズをほぼ保つことのできる程度のものであるように構成される。

【0016】

請求項6に記載の発明は、請求項1に記載の発明であって、光接続手段が第一後置光ファイバ増幅器の出射側と後置励起光導入手段とを接続する場合に、第一後置光ファイバ増幅器の出射光の波長帯域がCバンドであるように構成される。

【0017】

請求項7に記載の発明は、請求項1に記載の発明であって、光接続手段が第一後置光ファイバ増幅器の出射側と第二前置光ファイバ増幅器の入射側とを接続する場合に、第二後置光ファイバ増幅器の出射光の波長帯域がLバンドであるように構成される。

【0018】

請求項8に記載の発明は、請求項1に記載の発明であって、第一前置光ファイバ増幅器、第一後置光ファイバ増幅器、第二前置光ファイバ増幅器および第二後置光ファイバ増幅器のいずれか一つ以上が、エルビウム添加光ファイバであるように構成される。

【0019】

請求項9に記載の発明は、請求項1に記載の発明であって、第一前置励起光源、第二前置

置励起光源および後置励起光源の生成する光の波長が980nmであるように構成される。

【0020】

請求項10に記載の発明は、請求項1に記載の発明であって、第二前置光ファイバ増幅器の出射光を増幅して第二後置光ファイバ増幅器に出射する第三前置光ファイバ増幅器と、第三前置光ファイバ増幅器に与える第四励起光を生成する第三前置励起光源と、第四励起光を、第三前置光ファイバ増幅器に、入射側とは反対側である出射側から導入する第三前置励起光導入手段とを備えるように構成される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、本発明の実施形態を図面を参照しながら説明する。

【0022】

図1は、本発明の実施形態にかかる光増幅装置1の構成を示す図である。光増幅装置1は、入射した光を増幅して出射する。

【0023】

光増幅装置1は、第一前置光ファイバ増幅器12、第一前置励起光源14、第一WDMカブラ（第一前置励起光導入手段）16、第一後置光ファイバ増幅器18、第二前置光ファイバ増幅器22、第二前置励起光源24、第二WDMカブラ（第二前置励起光導入手段）26、第二後置光ファイバ増幅器28、後置励起光源34、後置WDMカブラ（後置励起光導入手段）36、光アイソレータ42、44、46、光スイッチ（光接続手段）50を備える。

【0024】

光増幅装置1に入射する入射光は、光アイソレータ42を通過して、第一前置光ファイバ増幅器12に入射する。光アイソレータ42は、第一前置光ファイバ増幅器12の前段に置かれ、第一前置光ファイバ増幅器12に入射する方向に光を通すが、第一前置光ファイバ増幅器12から出射する方向には光を通さない。

【0025】

第一前置光ファイバ増幅器12は、光アイソレータ42を通過した入射光を増幅して出射する。第一前置光ファイバ増幅器12は、例えば、Er(Erbium: エルビウム)添加光ファイバである。

【0026】

第一前置励起光源14は、第一前置光ファイバ増幅器12に与える第一励起光を生成する。

【0027】

第一WDMカブラ（第一前置励起光導入手段）16は、第一前置励起光源14から第一励起光を受けて、第一前置光ファイバ増幅器12に与える。第一WDMカブラ16は、第一前置光ファイバ増幅器12の出射側（入射光を受ける側とは反対側）に接続されている。なお、第一前置光ファイバ増幅器12の出射光は、第一WDMカブラ16を通過する。

【0028】

第一前置光ファイバ増幅器12の出射光は、光アイソレータ（光遮断手段）44を通過して、第一後置光ファイバ増幅器18に入射する。光アイソレータ（光遮断手段）44は、第一後置光ファイバ増幅器18の前段に置かれ、第一前置光ファイバ増幅器12から第一後置光ファイバ増幅器18に向けては光を通すが、第一後置光ファイバ増幅器18から第一前置光ファイバ増幅器12に向けては光を通さない。光アイソレータ（光遮断手段）44により、第一後置光ファイバ増幅器18から第一前置光ファイバ増幅器12に向けて入射する自然放光が遮断され、第一前置光ファイバ増幅器12における不必要な信号-ASEビートノイズおよびASE-ASE間ビートノイズを低減し、効率的で低ノイズな信号増幅を実現できる。なお、信号とは光増幅装置1に入射する入射光のことをいう。

【0029】

第一後置光ファイバ増幅器18は、光アイソレータ44を通過した光を増幅して出射する。第一後置光ファイバ増幅器18は、例えば、Er(Erbium: エルビウム)添加光ファイバ

である。ただし、第一後置光ファイバ増幅器 18 の励起光は、後置励起光源 34（端子 5 1 と端子 5 2 とが接続されている場合）あるいは第二前置励起光源 24（端子 5 1 と端子 5 4 とが接続されている場合）からもたらされる。

【0030】

第二前置光ファイバ増幅器 22 は、端子 5 1 と端子 5 4 とが接続されている場合に、第一後置光ファイバ増幅器 18 の出射光を増幅して出射する。第二前置光ファイバ増幅器 22 は、例えば、Er(Erbium: エルビウム)添加光ファイバである。

【0031】

第二前置励起光源 24 は、第二前置光ファイバ増幅器 22 に与える第二励起光を生成する。

【0032】

第二WDMカブラ（第二前置励起光導入手段）26 は、第二前置励起光源 24 から第二励起光を受けて、第二前置光ファイバ増幅器 22 に与える。第二WDMカブラ 26 は、第二前置光ファイバ増幅器 22 の出射側（端子 5 4 に接続されている入射側とは反対側）に接続されている。なお、第二前置光ファイバ増幅器 22 の出射光は、第二WDMカブラ 26 を通過する。

【0033】

第二後置光ファイバ増幅器 28 は、第二前置光ファイバ増幅器 22 の出射光を増幅して出射する。第二後置光ファイバ増幅器 28 は、例えば、Er(Erbium: エルビウム)添加光ファイバである。ただし、第二後置光ファイバ増幅器 28 の励起光は、後置励起光源 34（端子 5 2 と端子 5 3 とが接続されている場合）からもたらされる。

【0034】

後置励起光源 34 は、第一後置光ファイバ増幅器 18 に与える第三励起光（端子 5 1 と端子 5 2 とが接続されている場合）あるいは第二後置光ファイバ増幅器 28 に与える励起光（端子 5 2 と端子 5 3 とが接続されている場合）を生成する。

【0035】

後置WDMカブラ（後置励起光導入手段）36 は、後置励起光源 34 から第三励起光を受けて、第一後置光ファイバ増幅器 18 に与える（端子 5 1 と端子 5 2 とが接続されている場合）。あるいは、後置励起光源 34 から励起光を受けて、第二後置光ファイバ増幅器 28 に与える（端子 5 2 と端子 5 3 とが接続されている場合）。なお、第一後置光ファイバ増幅器 18 の出射光および第二後置光ファイバ増幅器 28 の出射光は、後置WDMカブラ 36 を通過する。

【0036】

後置WDMカブラ 36 を通過した光は、光アイソレータ 46 を通過する。この光が、増幅装置 1 の出射光である。光アイソレータ 46 は、後置WDMカブラ 36 の後段に置かれ、後置WDMカブラ 36 から出射する方向に光を通すが、後置WDMカブラ 36 に入射する方向には光を通さない。

【0037】

光スイッチ（光接続手段）50 は、端子 5 1、5 2、5 3、5 4 を有する。端子 5 1 は、第一後置光ファイバ増幅器 18 の出射側に接続されている。端子 5 2 は、後置WDMカブラ 36 に接続されている。端子 5 3 は、第二後置光ファイバ増幅器 28 の出射側に接続されている。端子 5 4 は、第二前置光ファイバ増幅器 22 の入射側に接続されている。

【0038】

光スイッチ 50 は、(1) 端子 5 1 と端子 5 2 とを接続する、あるいは (2) 端子 5 1 と端子 5 4 とを接続すると共に、端子 5 2 と端子 5 3 とを接続する。

【0039】

(1) 端子 5 1 と端子 5 2 とを接続する場合、第一後置光ファイバ増幅器 18 の出射側と、後置WDMカブラ 36 とが接続される。

【0040】

(2) 端子 5 1 と端子 5 4 とを接続すると共に、端子 5 2 と端子 5 3 とを接続する場合

、第一後置光ファイバ増幅器 18 の出射側と、第二前置光ファイバ増幅器 22 の入射側とが接続されると共に、後置 WDM カブラ 36 と第二後置光ファイバ増幅器 28 の出射側とが接続される。

【0041】

次に、本発明の動作を説明する。

【0042】

光増幅装置 1 は、 $1.55\mu\text{m}$ 帯 ($1.53\mu\text{m} \sim 1.56\mu\text{m}$; C バンド) の入射光を受けた場合は、端子 51 と端子 52 とを接続して、C バンドの出射光を出射する。1.58 μm 帯 ($1.57\mu\text{m} \sim 1.61\mu\text{m}$; L バンド) の入射光を受けた場合は、端子 51 と端子 54 とを接続すると共に、端子 52 と端子 53 とを接続して、L バンドの出射光を出射する。

【0043】

(1) 端子 51 と端子 52 とを接続する場合 (C バンドの入射光を増幅する)
C バンドの入射光が光増幅装置 1 に入射される。入射光は、光アイソレータ 42 を通過して、第一前置光ファイバ増幅器 12 に入射される。

【0044】

第一前置励起光源 14 は、第一励起光を生成し、第一励起光は第一 WDM カブラ 16 により第一前置光ファイバ増幅器 12 に導入される。これにより、第一前置光ファイバ増幅器 12 は励起され、入射光を増幅できる。

【0045】

第一前置光ファイバ増幅器 12 は、入射光を増幅して出射する。出射光は、第一 WDM カブラ 16 を通過し、光アイソレータ (光遮断手段) 44 を通過する。この光は、第一後置光ファイバ増幅器 18 に入射される。

【0046】

後置励起光源 34 は、第三励起光を生成し、第三励起光は後置 WDM カブラ 36 により、端子 52 と端子 51 とを介して、第一後置光ファイバ増幅器 18 に導入される。これにより、第一後置光ファイバ増幅器 18 は励起され、第一前置光ファイバ増幅器 12 の出射光を増幅できる。

【0047】

なお、第一前置光ファイバ増幅器 12 および第一後置光ファイバ増幅器 18 は、C バンドの入射光を低ノイズ増幅するために最適化されたファイバ長を有している。さらに、第一前置光ファイバ増幅器 12 のゲイン (C バンドの入射光を増幅している場合) は、第一後置光ファイバ増幅器 18 におけるノイズを無視できる程度に大きい。

【0048】

第一後置光ファイバ増幅器 18 の出射光は、端子 51 と端子 52 とを経由して、後置 WDM カブラ 36 を通過し、さらに光アイソレータ 46 を通過する。この光が、光増幅装置 1 の出射光である。

【0049】

C バンドの入射光を増幅する場合、第一前置光ファイバ増幅器 12 および第一後置光ファイバ増幅器 18 のファイバ長などを適宜決定することにより、ノイズを低減できる。

【0050】

(2) 端子 51 と端子 54 とを接続すると共に、端子 52 と端子 53 とを接続する場合 (L バンドの入射光を増幅する)

L バンドの入射光が光増幅装置 1 に入射される。入射光は、光アイソレータ 42 を通過して、第一前置光ファイバ増幅器 12 に入射される。

【0051】

第一前置励起光源 14 は、第一励起光を生成し、第一励起光は第一 WDM カブラ 16 により第一前置光ファイバ増幅器 12 に導入される。これにより、第一前置光ファイバ増幅器 12 は励起され、入射光を増幅できる。

【0052】

第一前置光ファイバ増幅器 12 は、入射光を増幅して出射する。出射光は、第一 WDM カブラ 16 を通過し、光アイソレータ（光遮断手段）44 を通過する。この光は、第一後置光ファイバ増幅器 18 に入射される。

【0053】

第二前置光光源 24 は、第二前置光ファイバ増幅器 22 に与える第二励起光を生成する。第二励起光は、第二 WDM カブラ 26 により、第二前置光ファイバ増幅器 22 に導入される。第二励起光は、第二前置光ファイバ増幅器 22 の出射側から入射側へと透過している、さらに端子 54 と端子 51 とを介して（この際、光スイッチ 50 の挿入損失を受ける）、第一後置光ファイバ増幅器 18 に導入される。これにより、第一後置光ファイバ増幅器 18 は励起され、第一前置光ファイバ増幅器 12 の出射光を増幅できる。さらに、第二前置光ファイバ増幅器 22 は励起され、第一後置光ファイバ増幅器 18 の出射光を増幅できる。第一後置光ファイバ増幅器 18 および第二前置光ファイバ増幅器 22 は、単一の光源（第二前置光光源 24）により制御できる。なお、第一前置光ファイバ増幅器 12 は、光アイソレータ 44 よりも前にあるので、第二前置光光源 24 による影響を受けない。

【0054】

第一後置光ファイバ増幅器 18 の出射光は、端子 51 と端子 54 とを経由して、第二前置光ファイバ増幅器 22 に入射する。第二前置光ファイバ増幅器 22 は、第一後置光ファイバ増幅器 18 の出射光を増幅する。第二前置光ファイバ増幅器 22 の出射光は、第二 WDM カブラ 26 を通過し、第二後置光ファイバ増幅器 28 に入射する。

【0055】

後置励起光源 34 は、第二後置光ファイバ増幅器 28 に与える励起光を生成する。励起光は、後置 WDM カブラ 36 により、第二後置光ファイバ増幅器 28 に導入される。これにより、第二後置光ファイバ増幅器 28 は励起され、第二前置光ファイバ増幅器 22 の出射光を増幅できる。

【0056】

第二後置光ファイバ増幅器 28 は、第二前置光ファイバ増幅器 22 の出射光を増幅する。第二後置光ファイバ増幅器 28 の出射光は、端子 53 と端子 52 とを経由して、後置 WDM カブラ 36 を通過し、さらに光アイソレータ 46 を通過する。この光が、光増幅装置 1 の出射光である。

【0057】

なお、第一前置光ファイバ増幅器 12、第一後置光ファイバ増幅器 18、第二前置光ファイバ増幅器 22 および第二後置光ファイバ増幅器 28 のファイバ長の合計は、L バンドの光を増幅するために最適な長さである。しかも、第一前置光ファイバ増幅器 12、第一後置光ファイバ増幅器 18 および第二前置光ファイバ増幅器 22 のファイバ長の合計は、後置光ファイバ増幅器 18 のゲイン、第一後置光ファイバ増幅器 18 のゲインおよび第一前置光ファイバ増幅器 12 のゲインを合成した合成ゲインが、第二後置光ファイバ増幅器 28 の出射光のノイズをあまり増大させずに、ほぼ一定に保つことができるようにされている。

【0058】

C バンドの入射光を増幅する場合、第一前置光ファイバ増幅器 12 および第一後置光ファイバ増幅器 18 のファイバ長などを適宜決定することにより、C バンドの光におけるノイズを低減できる。しかし、この場合、第一前置光ファイバ増幅器 12 および第一後置光ファイバ増幅器 18 によるゲインはわずか数 dB 程度である。よって、第一後置光ファイバ増幅器 18 の出射光をそのまま第二後置光ファイバ増幅器 28 に与えれば、第二後置光ファイバ増幅器 28 によるノイズが大きく影響し、L バンドの増幅光のノイズは大きくなる。そこで、第二前置光ファイバ増幅器 22 を設けることにより、第二後置光ファイバ増幅器 28 の前段におけるゲインを大きくする。これにより、第二後置光ファイバ増幅器 28 によるノイズの影響を減少させ、L バンドの増幅光のノイズを小さくできる。

【0059】

本発明の実施形態によれば、第一前置光ファイバ増幅器１２および第一後置光ファイバ増幅器１８のファイバ長などを適宜決定することにより、Ｃバンドの入射光を増幅した光におけるノイズを低くすることができる。しかも、第二前置光ファイバ増幅器２２を設けることにより、第二後置光ファイバ増幅器２８の前段におけるゲインを大きくしたため、Ｌバンドの入射光を増幅した光におけるノイズをも低くすることができる。

【0060】

【0060】
 なお、変形例として、第二後置光ファイバ増幅器 28 および第二前置光ファイバ増幅器 22 の間に、第三前置光ファイバ増幅器 62、第三前置励起光源 64 および第三 WDM カプ
 ラ (第三前置励起光導入手段) 66 を設けてもよい。

【0061】

【0061】
図2は、本発明の実施形態にかかる光増幅装置1の変形例の構成を示す図である。第三前置光ファイバ増幅器62、第三前置励起光源64および第三WDMカプラ（第三前置励起光導入手段）66以外は図1を参照して説明したとおりであり説明を省略する。

【0062】

【0062】
第三前置光ファイバ増幅器62は、第二前置光ファイバ増幅器22の出射光を増幅して第二後置光ファイバ増幅器28に出射する。

【0063】

【0063】
第三前置励起光源64は、第三前置光ファイバ増幅器62に与える第四励起光を生成する。

【0064】

【0064】
第三WDMカブラ（第三前置励起光導入手段）66は、第三前置励起光源64から第四励起光を受けて、第三前置光ファイバ増幅器62に与える。第三WDMカブラ66は、第三前置光ファイバ増幅器62の2の出射側（入射光を受ける側とは反対側）に接続されている。なお、第三前置光ファイバ増幅器62の出射光は、第三WDMカブラ66を通過する。

【实施例 1】

【0065】

【0065】
図 2 を参照して説明した光増幅装置 1 において、第一前置励起光源 1 4、第二前置励起光源 2 4 および後置励起光源 3 4 の生成する光の波長が 980nm であり、第一前置励起光源 1 4 の励起強度が 70mW、第二前置励起光源 2 4 の励起強度が 100mW、後置励起光源 3 4 の励起強度が 100mW であり、光増幅装置 1 に入射する入射光（信号光）の波長が 1610nm であり、入射光（信号光）の強度が -3.5 dBm であるとする。そのときの、波長とゲインとの関係、および波長とノイズ指数との関係を図 3 に示す（実施例）。

【0066】

【0066】
なお、比較例として、第二前置光ファイバ増幅器 22 が無いものの例を図 4 に示す。図 4 に示す比較例は、図 1 を参照して説明した光増幅装置 1 から、第二前置光ファイバ増幅器 22、第二前置励起光源 24 および第二 WDM カプラ 26 を取り除いたものである。ただし、後置励起光源 34、後置 WDM カプラ 36 および光アイソレータ 46 は、第一後置光ファイバ増幅器 18 と端子 51 との間に移動させている。また、後置励起光源 34、後置 WDM カプラ 36 および光アイソレータ 46 と同じものである後置励起光源 34'、後置 WDM カプラ 36' および光アイソレータ 46' を、第二後置光ファイバ増幅器 28 と端子 53 との間に設ける。第一前置励起光源 14、第二前置励起光源 24 および後置励起光源 34 の生成する光の波長、励起強度、光増幅装置 1 に入射する入射光（信号光）の波長、強度は上記の実施例の数値と同じである。比較例の、波長とゲインとの関係、および波長とノイズ指数との関係も図 3 に示す（比較例）。

【0067】

【0067】
図3から、実施例の方が、比較例よりも、ゲインおよびノイズ指数が小さいことがわかる。よって、実施例の方が、比較例よりも、良い特性を示すことがわかる。

【図面の簡単な説明】

【0068】

【図１】本発明の実施形態にかかる光増幅装置１の構成を示す図である。

【0069】

【図2】本発明の実施形態にかかる光増幅装置1の変形例の構成を示す図である。

【0070】

【図3】実施例および比較例における波長とゲインとの関係、および波長とノイズ指数との関係を示す図である。

【0071】

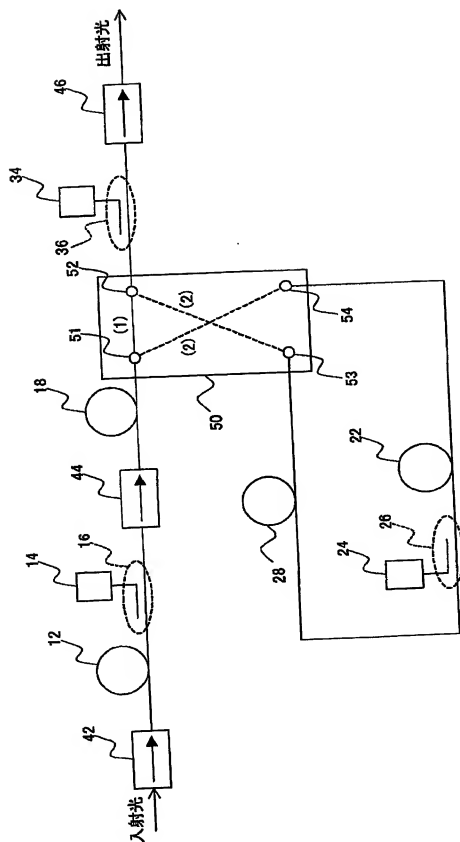
【図4】比較例（第二前置光ファイバ増幅器22が無いもの）の構成を示す図である。

【符号の説明】

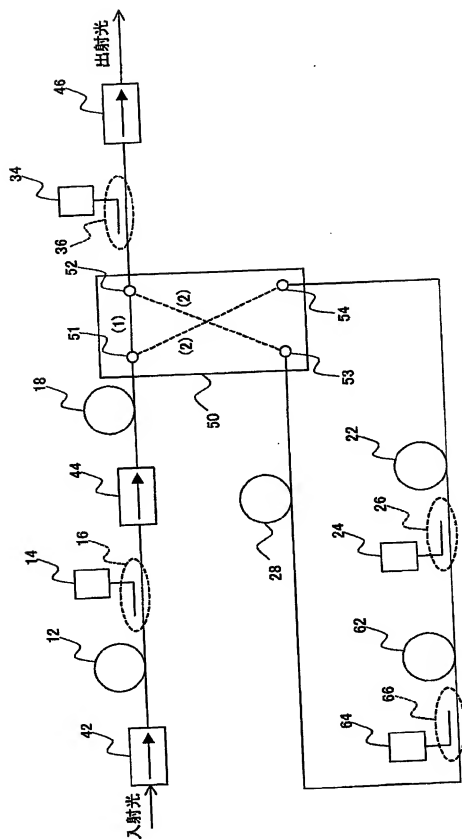
【0072】

- 1 光増幅装置
- 12 第一前置光ファイバ増幅器
- 14 第一前置励起光源
- 16 第一WDMカプラ（第一前置励起光導入手段）
- 18 第一後置光ファイバ増幅器
- 22 第二前置光ファイバ増幅器
- 24 第二前置励起光源
- 26 第二WDMカプラ（第二前置励起光導入手段）
- 28 第二後置光ファイバ増幅器
- 34 後置励起光源
- 36 後置WDMカプラ（後置励起光導入手段）
- 42 光アイソレータ
- 44 光アイソレータ（光遮断手段）
- 46 光アイソレータ
- 50 光スイッチ（光接続手段）
- 62 第三前置光ファイバ増幅器
- 64 第三前置励起光源
- 66 第三WDMカプラ（第三前置励起光導入手段）

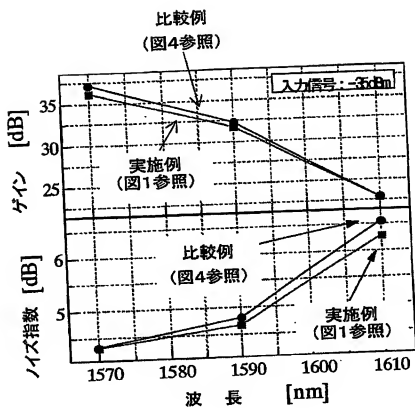
【書類名】 図面
【図 1】



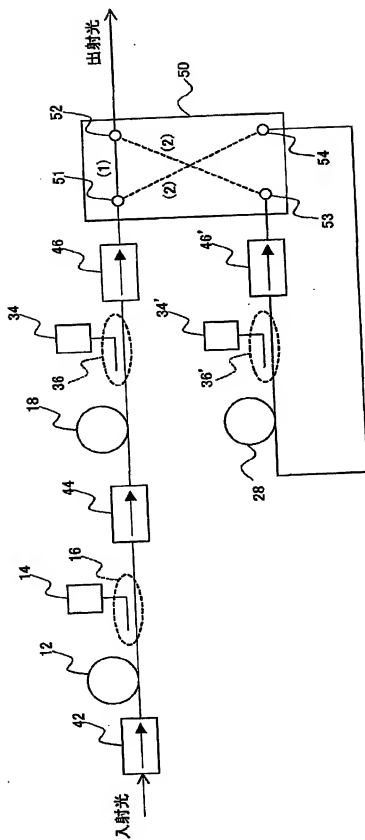
【図2】



【図3】



【図4】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 異なる波長帯域に対応でき、いずれの波長帯域においてもノイズを低減した増幅光を出力できる光増幅装置を提供する。

【解決手段】 Cバンドの光を増幅する場合、光スイッチ50の端子51と端子52とを接続する。第一前置光ファイバ増幅器12、第一後置光ファイバ増幅器18が入射光を増幅する。増幅された光は、端子51と端子52とを經由して、後置WDMカプラ36を通過して、光増幅装置1から出射される。Lバンドの光を増幅する場合、光スイッチ50の端子51と端子54とを接続し、端子52と端子53とを接続する。第一前置光ファイバ増幅器12、第一後置光ファイバ増幅器18、(端子51と端子54とを經由)第二前置光ファイバ増幅器22、第二後置光ファイバ増幅器28が入射光を増幅する。増幅された光は、端子53と端子52とを經由して、後置WDMカプラ36を通過して、光増幅装置1から出射される。

【選択図】 図1

特願 2003-292765

出願人履歴情報

識別番号

[390005175]

1. 変更年月日
[変更理由]

住 所
氏 名

1990年10月15日

新規登録

東京都練馬区旭町1丁目32番1号
株式会社アドバンテスト

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.